



REC'D 17 SEP 2003	
WIPO	PCT

# Kongeriget Danmark

Patent application No.: PA 2002 01252

Date of filing: 26 August 2002

Applicant:  
(Name and address) Dalsgaard Nielsen ApS  
Holmevej 35  
DK-9640 Farsø  
Denmark

Title: Fremgangsmåde til bestemmelse af risikoen for afsætning af is som følge af nedbør samt apparat til udøvelse af fremgangsmåden.

IPC: G 01 W 1/14; B 64 D 15/20

This is to certify that the attached documents are exact copies of the above mentioned patent application as originally filed.



**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Patent- og Varemærkestyrelsen  
Økonomi- og Erhvervsministeriet

10 September 2003

*Bo Z. Tidemann*  
Bo Z. Tidemann

**Fremgangsmåde til bestemmelse af risikoen for afsætning af is som følge af nedbør samt apparat til udøvelse af fremgangsmåden**

5 Opfindelsen vedrører en fremgangsmåde til bestemmelse af risikoen for afsætning af is som følge af nedbør. Opfindelsen er specielt, men ikke udelukkende, beregnet til brug i forbindelse med bestemmelse af overisningsfaren i forbindelse med flytrafik.

10 Den nævnte risiko kan have flere betydninger. En første betydning er at afgøre, om der overhovedet er risiko for dannelse af is. Hvis dette er tilfældet, anvendes der i flytrafikken anti-icing væske i forskellige typer og koncentrationer, og nævnte risiko kan herefter også være et udtryk for, hvor længe anti-icing væsken kan holde sig effektiv under de eksisterende vejrforhold. Dette betegnes som holdover time, som i det følgende betegnes HOT.

15 Usikkerheden og dermed risikoen inden for flytrafikken er størst i forbindelse med at vurdere HOT. De internationale luftfartsorganisationer udgiver tabeller, som for visse anti-icing væsker og for nogle ganske få koncentrationer af disse angiver et tidsinterval for holdover time. Disse tabeller, som er det eneste man i øjeblikket har, har to store usikkerhedsmomenter. For det første er tidsintervallet i tabellerne opgivet med stor margin, f.eks. minimum 30 og  
20 maksimum 60 minutter, og for det andet kan tabellerne kun anvendes, hvis man kan vurdere nedbøren rigtigt, idet tabellerne er opdelt efter nedbørstyper såsom f.eks. sne eller underafkølet vand. Piloten har det endelige ansvar for  
25 vurderingen, dvs. at han inde fra cockpittet, ofte i medvind og gennem en kraftigt opvarmet, skråtstillet rude, skal vurdere typen af nedbør og derefter foretage en vurdering af minimum og maksimumtiden i tabellen.

30 De meget forskellige nedbørstyper, som forekommer typisk i temperaturintervallet mellem 5°C under og 8°C over frysepunktet, giver anledning til de største forsinkelser i lufthavnene, og flyene må ofte vente længe på starttilladel-

se, medens anti-icing væsken forbruges hurtigere eller langsommere afhængig af nedbørsforholdene.

5 Til dato er der registreret 141 flyhavarier som følge af overisning, hvilket har kostet 1200 menneskeliv.

10 Formålet med opfindelsen er at angive en fremgangsmåde, som gør det muligt at bestemme risikoen for afsætning af is som følge af nedbør, hvor bestemmelsen er baseret på faktiske målinger i stedet for subjektive skøn, som man hidtil har været henvist til ved den kendte teknik.

15 Dette formål opnås ved, at fremgangsmåden udøves som angivet i krav 1's kendetegnende del. Det forholder sig nemlig således, at en bestemmelse af mængden af væskeformige partikler ikke kan tages som udtryk for hvor meget is der vil dannes, idet man ved de kendte metoder til bestemmelse af forholdet mellem væskeformige og faste partikler ikke kan skelne mellem, hvad der er underafkølet vand og almindeligt vand. Endvidere er det også således, at mængden af is, som afsættes på vingen, og specielt hvor meget anti-icing nedbøren kræver, afhænger af omfanget af frosne partikler i nedbøren i forhold til væskeformige partikler. Dette skyldes bl.a. mindre forskelle i tempera-  
20 tur og overfladebeskaffenhed mellem en given flyvinge og måleapparatet, hvilket der kan kompenseres for ved at have kendskab til sammensætningen af nedbøren.

25 Ved at kombinere målingerne i henhold til krav 1's kendetegnende del opnås en fuldstændig og objektiv måling af de forhold, som har betydning for at vurdere risikoen for dannelse af is, såvel uden brug af anti-icing væske, som med brug af anti-icing væske.

30 De to målinger, som ifølge opfindelsen kombineres, kan hver for sig opnås ved hjælp af i og for sig kendte teknikker. F.eks. kan forholdet mellem væ-

skeformige og frosne partikler bestemmes ved hjælp af den teknik, der er kendt fra USA patent 5 434 778.

5 Ved en foretrukken udførelsesform bestemmes det aktuelle isindhold i nedbøren ved hjælp af en måling af faktisk isdannelse, f.eks. ved hjælp af den teknik, der er beskrevet i WO 00/54078, jævnfør krav 6.

10 Ved en udførelsesform bringes fladeelementets temperatur til i det væsentlige at svare til atmosfærens temperatur, men alternativt kan fladeelementets temperatur styres til at have en anden forud bestemt temperatur. I denne sammenhæng kan parametre som temperaturen af brændstoffet i vingen eller af den påsprøjtede anti-icing væske være relevante.

15 Ved det fra WO 00/54078 kendte apparat roteres et antal fladeelementer med en hastighed, som dels skal sikre, at isen afsættes og dels sikre, at størstedelen af vanddråberne slynges af. Ved at udøve fremgangsmåden som angivet i krav 9 kan man sikre, at den langsomme rotation ikke reducerer den faktiske isdannelse, og den høje rotationssk hastighed sikrer, at der intet vand er tilbage på rotoren, før den afsatte ismængde vejes. Ismængden  
20 kan også bestemmes på andre måder end ved vejning.

Endvidere er det hensigtsmæssigt at foretage yderligere målinger f.eks. af den i kravene 11-13 angivne art.

25 Det vil herefter kunne forstås, at der ved hjælp af opfindelsen kan opnås en langt mere pålidelig måling af risikoen for isdannelse, og ved ifølge krav 11 at kombinere dette med kendskab til typen og koncentration af anti-icing væske kan der som angivet i krav 12 opnås en pålidelig holdover time HOT. Dette er som tidligere nævnt den tid, hvor anti-icing væsken kan holde flyvingerne isfri  
30 ved en given mængde anti-icing væske og under de givne vejrforhold.

Det vil kunne forstås, at det ifølge opfindelsen herefter er muligt at angive et minuttal for holdover time, eventuelt et tidsinterval med meget lille usikkerhedsområde.

- 5 Imidlertid gælder der ofte, og især inden for flytrafikken, en vis konservatis-  
me, som uden tvivl vil indebære, at der vil gå nogen tid, inden piloterne væn-  
ner sig til at kunne få en veldefineret holdover time. Man vil uden tvivl gerne  
nogen tid endnu jævnføre sig med de gammelkendte tabeller, hvor et af usik-  
kerhedsmomenterne var det at fastslå typen af nedbør. Ved at opfindelsen  
10 udøves som angivet i krav 13 kan den objektive bestemmelse, som er resul-  
tatet ved opfindelsen, udnyttes til at give en sikker bestemmelse af hvad  
nedbøren rent faktisk er sammensat af, jævnfør de ovenstående kommenta-  
rer i forbindelse med krav 1.
- 15 Piloterne kan herefter føle sig sikre ved, for det første at konstatere at hold-  
over time ifølge opfindelsen ligger inden for og maksimumintervallet i tabel-  
lerne og derefter med fuld tiltro benytte holdover time ifølge opfindelsen som  
en pålidelig veldefineret grænse. Ved en udførelsesform bestemmes også  
den samlede ækvivalente væskeformige nedbørsmængde, jvf. krav 3, idet  
20 dette tal også benyttes ved visse af de ovennævnte kendte tabeller.

- Forudsat at sikkerheden naturligvis har højeste prioritet, er der også det  
aspekt, at anti-icing væsken er dyr, og at det er spild af penge og forbundet  
med unødigt forurening at påføre mere anti-icing væske end der er brug for,  
25 for at kunne opnå sikker flyvning. Ved at opfindelsen udøves som angivet i  
krav 14 er det muligt at bestemme koncentrationen af den anti-icing væske,  
der skal påføres som funktion af den holdover time som ønskes.

- Foruden de ovennævnte fordele opnås der ved opfindelsen muligheder med  
30 helt nye perspektiver. Ved at kombinere måleudstyr til bestemmelse af ned-  
børens sammenhæng med måleudstyr til måling af den faktisk afsatte

- ismængde åbnes der mulighed for at lave et selvlærende ekspertsystem, således som det er beskrevet i krav 18. Ifølge opfindelsen opnås en holdover time, som er væsentligt mere pålideligt end det, der hidtil har været anvendt, men målingen er stadig baseret på nogle faktiske forhold for 5 højst 10
- 5 minutter siden. De kendte tabeller er baseret på empiriske forhold, som kan indlægges i en beregningsmodel med nogle parametre, som kan justeres automatisk ved at sammenligne beregningsmodellens beregnede afsatte ismængde med den faktisk målte ismængde. Derved kan isrisikoen forudsi-
- 10 ges i tid. Ved at forbinde computere i forskellige lufthavne med hinanden, og ved at indlæse meteorologiske data kan modellen udbygges til, ud fra de meteorologiske data, at give et estimat for isrisikoen i andre lufthavne, og dette estimat kan sammenlignes med den faktisk målte isdannelse i disse lufthavne, hvorefter en beregningsmodel kan optimeres dynamisk.
- 15 Opfindelsen angår også et apparat til udøvelse af fremgangsmåden ifølge krav 1. Apparatet er ejendommeligt ved den i krav 20 angivne udformning. Derved opnås en væsentlig mere sikker bestemmelse af nedbørstypen, således at de kendte tabeller kan benyttes med større sikkerhed.
- 20 Fortrinsvist indeholder apparatet også et datalager med empiriske informationer om hold over time, således at der kan opnås en væsentlig mere sikker bestemmelse af den faktiske hold over time, jvf krav 21.
- 25 Apparatet kan også indeholde en computer med en matematisk model til estimering af f eks hold over time, hvor modellen omfatter et antal justerbare parametre. Ved at sammenligne de estimerede resultater med de faktisk målte, således som det er angivet i krav 22, kan parametrene justeres, således at der opnås en selvlærende ekspertmodel.
- 30 Opfindelsen angår endvidere et anlæg som angivet i krav 23.

Opfindelsen vil blive nærmere forklaret ved den følgende beskrivelse af nogle udførelsesformer, idet der henvises til tegningen, hvor

fig. 1 viser en kendt tabel, som anvendes specielt i Canada

5

fig. 2 viser en anden kendt tabel, som bl.a. anvendes i Europa.

Fig. 3 illustrerer, hvorledes man ved kendt teknik skønner HOT

10 fig. 4 skematisk viser princippet ifølge opfindelsen

fig. 5 viser et eksempel på funktionen i beregningsenheden på fig. 4 .

15 fig. 6 viser en udførelsesform for opfindelsen kombineret med et ekspertsystem,

fig. 7 illustrerer virkemåden for udførelsesformen fra fig. 6, medens

20 fig. 8 illustrerer hvorledes opfindelsen kan kombineres med meteorologisk information til forudsigelse af isrisiko fordelt over større afstande og tidsrum.

Fig. 1 viser en tabel Transport Canada, Juni 2002, som benyttes til vurderings af HOT. Tabellen bruges "baglæns", dvs. at piloten vurderer sigtbarheden i statute miles (tallene, som angivet i de 12 felter). Når man skal vurdere synligheden i sne har det betydning, om det er lyst eller mørkt og endvidere har temperaturen også en betydning. Tabellen benyttes til at vurdere om snefaldet er "heavy", "moderate" eller "light". Derefter benyttes en anden tabel (ikke vist) som angiver intervaller for den ækvivalente vandmængde i nedbøren, og når den er fundet kan man endelig i en yderligere tabel (ikke vist) opnå et tidsinterval for HOT.

25

30

Den metode, som er forklaret i forbindelse med fig. 1 er altså baseret på et skøn blandt andet over hvor god sigt der er samt et skøn over hvor lyst eller mørkt det er.

- 5 Den 29. juli 2002 udgav The National Center for Atmospheric research en artikel, som forklarer de videnskabelige årsager til, at sigten ikke egner sig som den afgørende parameter, som beskrevet i forbindelse med fig. 1. Der er altså tale om en temmelig usikker vurdering.
- 10 Fig. 2 viser en anden kendt tabel, som angiver HOT tidsintervaller hvis man er i stand til at kategorisere nedbørstypen som en af de seks typer nedbør, der er vist på fig. 2. Tabellen kan benyttes i forskellige temperaturintervaller og ved tre forskellige blandingsforhold af anti-icingvæske.
- 15 Fig. 3 illustrerer fremgangsmåde ved anvendelse af tabellen på fig. 2. Fig. 3 er lavet således at den i princippet taler for sig selv således at der kun vil blive knyttet få kommentarer til fig. 3. Man skal specielt være opmærksom på, at der på fig. 3 udøves tre skøn. I forbindelse med, at det aktuelle vejr oplyses hver halve time (METAR), skal der, i tilfælde af slud, skønnes, om det er  
20 let eller tung slud. Derefter omsættes dette første skøn til en ækvivalent nedbørstype, som i eksemplet er let frysende regn. Den umiddelbare brug af tabellen giver et holdbarhedsinterval på 15-30 minutter (svarende til fig. 2 øverste linie under søjlen "light freezing rain"). Tidsintervallets øvre grænse er således angivet til at være det dobbelte af den nedre grænse, hvilket ikke  
25 er betryggende. Derudover skal piloten udøve det skøn at HOT skal reduceres hvis vindhastigheden eller luftfugtighed skønnes høj og endelig skal piloten skønne over hvorledes nedbøren eventuelt ændrer sig.
- 30 Dette betyder i praksis, at en pilot, som ruller ud til start, typisk i medvind og med kraftigt skråtstillede og opvarmede ruder skal kunne afgøre hvad nedbøren består af (vand, sne, slud, underafkølet vand m.v.). Under disse forhold



skal piloten senere holde i kø for at få starttilladelse og som tiden går foretage en vurdering om, anti-icing væsken stadig er effektiv, idet han kun har de meget store usikkerhedsmargener fra fig. 2 at gå ud fra, under ugunstige forhold kan HOT være så lille som 7 minutter. Derfor forekommer der ulykker  
 5 når tabellen kan opgive HOT helt op til 30 minutter. .

Det kendte måleudstyr til måling af nedbørens sammensætning kan måle dråbestørrelse og estimere fordelingen mellem sne og vand, temperaturer, dugpunkt m.v., men er ikke i stand til at skelne mellem, om en vanddråbe er  
 10 underafkølet eller ej, hvilket har afgørende betydning for at kunne vurdere risikoen for isdannelse.

Ved hjælp af opfindelsen reduceres den beskrevne usikkerhed væsentligt, idet opfindelsen er baseret på faktiske målinger i stedet for at afhænge af  
 15 subjektive skøn. Dette vil først blive forklaret i forbindelse med fig. 3.

Fig. 3 viser opfindelsen skematisk et i og for sig kendt apparat 1 til måling af tætheden af væskeformige og frosne partikler i nedbøren samt et apparat 2 til måling af den faktiske ismængde som nedbøren afsætter. Ifølge opfindelsen kombineres disse måleresultater i en beregningsenhed, som kan give  
 20 forskellige udgangssignaler såsom holdover time, HOT, sammensætning af nedbøren og koncentration af anti-icing væske. Beregningsenheden modtager også andre parameterværdier, såsom empiriske tal for HOT afhængig af nedbørssammensætningen, typer af koncentration af anti-icing væske m.m.

25 Som tidligere beskrevet kan apparatet til måling af det aktuelle isindhold i nedbøren f.eks. bestemmes med det apparat, der er kendt fra WO 00/540078, som kan give et eksakt resultat for hvor meget is der afsættes på et standardfladeelement, som er opstillet på lufthavnsområdet. Derved kan  
 30 det fastslås, hvor meget af den væskeformige nedbør, der er underafkølet, men det kan ikke derud af udledes hvor hurtigt anti-icing væsken vil blive op-

brugt fordi forbruget anhaenger af nedbørstypen jævnfør tabellen i fig. 2. Ved at tage udgangspunkt i de empiriske tabeller for holdover time som baserer sig på nedbørstype og kombinerer dette med et apparat til måling af den faktiske isdannelse er det nu muligt at fastslå nedbørstypen med stor sikkerhed og derfor kan de kendte tabellers store usikkerhedsmargen indskrænkes og i mange tilfælde erstattes af et sikkert minuttal for HOT når typen af koncentrationen af anti-icing væsken også indlæses som parameter i beregningsenheden på fig. 3.

Det er kendt, at der hersker en vis konservatisme inden for luftfarten og det vil derfor være forventeligt at mange piloter gerne vil jævnføre den objektive og nøjagtige holdover time ifølge opfindelsen med hvad de "gamle" tabeller siger. Ifølge opfindelsen opnås som nævnt også en eksakt definition af typen af nedbør og dette kan også udlæses til at piloten, som derved kan jævnføre sig med de "gamle" tabeller.

Den meget store usikkerhed der hidtil har været forbundet med at forhindre ulykker på grund af overisning har naturligvis ført til et overforbrug af anti-icing væske, som både er meget dyr og som forurener. Ved hjælp af de nøjagtige resultater som opnås ved opfindelsen kan man også "regne baglæns", dvs. hvis man som indgangsparameter til beregningsenheden oplyser at man har brug for en holdover time på f.eks. 35 minutter, så kan beregningsenheden frembringe et udgangssignal, som definerer typen og koncentration af anti-icing væske. På fig. 5 vil der blive vist et ret detaljeret eksempel for beregning af den nødvendige afisningsblandingstype, idet fig. 5 samtidig illustrerer hvorledes resultaterne fra apparat 1 og apparat 2 kombineres.

På fig. 5 forklares det hvilke målinger der typisk kan opnås ved apparat 1 fra fig. 4. Disse målinger alene er forbundet med den ulempe, at man ikke kan skelne mellem regn og underafkølet regn, men ved ifølge opfindelsen at kombinere målingerne fra apparat 1 med målinger fra et apparat 2, som kan

bestemme den faktiske mængde af afsat is opnås der en væsentlig mere sikker vurdering af HOT end det har været muligt ved den kendte teknik. Det skal bemærkes, betegnelserne apparat 1 og apparat 2 ikke nødvendigvis er to fysisk forskellige apparater, men er udtryk for de måleprincipper, der tages i brug, og som er forklaret i felterne hhv 11 og 12 på fig 5. Det forholder sig også således at apparat 2 ved typisk bevægelse ikke kan skelne mellem meget fin sne med lille vedhæftningsevne og tøsne med tilsvarende stor vedhæftningsevne, men denne forskel kan apparat 1 afgøre ud fra forskellen i refleksionsevne. De to måleprincipper 1 og 2 supplerer derfor hinanden på en særlig fordelagtig måde til opnåelse af en sikker bestemmelse af nedbørstypen jvf feltet 13. Ved en foretrukken udførelsesform foretages målingerne i apparat 2 ved forskellige rotationshastigheder for måleelementet for yderligere at forbedre målesikkerheden. Det forholder sig nemlig således, at en umiddelbar kombination af apparat 1 og 2's målinger ved en typisk bevægelse af måleelementet ikke kan skelne mellem slud (vand/sne) og andre vand og ispartikelblandinger (f.eks. vand/hagl). Denne skelnen kan opnås ved at foretage målinger i apparat 2 ved flere forskellige rotationshastigheder hvorved der kan tages hensyn til forskellige ispartiklers og vand forskellige afslingsningskarakteristika. Sidstnævnte målinger er illustreret i feltet 14, således at der i feltet 15 opnå en endnu mere sikker bestemmelse af hvad nedbøren består af. Det var det, der ved den kendte teknik var det store problem, når man skulle anvende f.eks. tabellen i fig. 2. Når den sikre bestemmelse af nedbørstype kombineres med erfaringstallene fra felterne 16 og 17 kan der opnås en meget sikker bestemmelse af HOT i feltet 18. Denne meget sikre bestemmelse gør det også i praksis muligt at "regne baglæns", dvs. når man kender den meget nøjagtige HOT i feltet 18 kan man ved at kombinere det med den ønskede holdbarhed (felt 19) finde frem til, at hvis man ønsker en holdbarhed på 12 minutter skal der benyttes afisningsvæske i en blanding 88% afisningsvæske og 12% vand, jævnfør feltet 20.

Det bemærkes, at de værdier, som er angivet i forbindelse med figurerne, alene tjener som eksempler, idet et fuldstændigt sæt værdier er meget omfattende og i praksis vil være noget, som defineres sammen med luftfartsmyndighederne.

5

Fig. 6 viser nogle yderligere fordele ved opfindelsen. Den beregningsenhed, der er omtalt i fig. 3 indgår nu i en større computer, som omfatter en matematisk model til estimering af et forventet resultat. Det forventede resultat sammenlignedes i computeren med efterfølgende faktiske målinger af den faktiske mængde af dannet is og i tilfælde af en afvigelse foretages der automatisk en justering af parametrene i den matematiske model, som på denne måde bliver en selvlærende ekspertmodel. Forudsætningen for, at dette kan lade sig gøre, er netop kombinationen ifølge opfindelsen, altså at der tilvejebringes nogle sikre måleresultater som kan indlæses i modellen, samt at der tilvejebringes eksakt viden om det "rigtige" resultat, som benyttes til at foretage automatiske justeringer i den matematiske model. Det vil kunne forstås, at apparatet til måling af den faktiske ismængde kan udbygges på mange måder. F.eks. kan der laves særlige procedurer på forskellige rotations- og temperaturforløb af fladeelementet i apparatet og efterfølgende måling af afsat ismængde, isstruktur, måling af luftmodstand, isens massefylde og det kan også tænkes at oversprøjte fladeelementet med anti-icing væske. Ikke alle sådanne yderligere målinger vil i praksis kunne foretages umiddelbart før hvert eneste fly skal have påført anti-icing væske, når der er tæt trafik, men alle disse målinger kan, når der er mindre trafik, bidrage til at optimere den matematiske model hvorved pålideligheden af de mere kortvarige målinger som foretages umiddelbart inden der påføres anti-icing væske på et fly bliver væsentligt større.

Fig. 7 illustrerer hvorledes opfindelsen kan benyttes sammen med et ekspertsystem. Funktionerne i felterne 21-24 kan umiddelbart genkendes fra den tidligere forklaring. I feltet 25 er således indeholdt de resultater, som kan op-

30

nås ved hjælp af kombinationsenheden fra fig. 4 således som det er forklaret i forbindelse med fig. 5. Feltet 26 indeholder information om dels det senest beregnede resultat samt tidligere beregnede resultater og når dette sammenholdes med det helt aktuelle resultat kan parametrene i en ekspertmodel  
5 optimeres således at der både opnås endnu mere veldefinerede resultater i feltet 27 samt mulighed for fremskrivning af et resultat f.eks. 20 minutter ude i fremtiden jvf feltet 28.

Fig. 8 viser principielt hvorledes der kan opbygges et globalt netværk af in-  
10 formation vedrørende isrisiko. Ifølge opfindelsen kan beregningerne suppleres med meteorologiske informationer. Fig. 8 viser skematisk lavtryksfronter på vej over nordsøen og computeren i en af London's lufthavne 31 indeholder nu eksakt viden om isrisikoen og hvorledes den har fordelt sig under fronternes passage. Denne information samt de meteorologiske informationer  
15 kan benyttes først i Billund 32 og så i København 33, hvor de justeringer, som efterfølgende viser sig ved frontpassagen, kan udnyttes i lufthavnen i Stockholm 34, når fronterne passerer.

De beskrevne væsentlige forbedringer af flysikkerheden ville ikke kunne op-  
20 nås ved hjælp af et kendt ekspertsystem i kombination med de hidtil anvendte empiriske og meget usikre bestemmelser af isrisikoen. Den store nøjagtighed, der opnås ved opfindelsen muliggør udnyttelse af avancerede beregningsmodeller således at der kan opnås pålidelige værdier i den enkelte lufthavn, og således at dette kan forbedre pålideligheden yderligere med målin-  
25 ger i andre lufthavne.

26 AUG. 2002

Modtaget

P a t e n t k r a v :  
-----

1. Fremgangsmåde til bestemmelse af risikoen for afsætning af is som følge  
5 af nedbør, k e n d e t e g n e t ved, at der udføres
- en måling til bestemmelse af forholdet mellem væskeformige og frosne  
partikler i nedbøren, og
  - 10 - en måling til bestemmelse af det aktuelle isindhold i nedbøren, samt
- at resultaterne fra nævnte målinger kombineres til bestemmelse af risikoen  
for afsætning af is.
- 15 2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at må-  
lingen til bestemmelse af forholdet mellem væskeformige og faste partikler  
bestemmes ved en i og for sig kendt optisk måling og efterfølgende bereg-  
ning.
- 20 3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at der  
udføres en beregning til bestemmelse af den samlede ækvivalente, væske-  
formige nedbørsmængde.
- 25 4. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at må-  
lingen til bestemmelse af det aktuelle isindhold i nedbøren udføres som en  
beregning på basis af dugpunktsmåling.
- 30 5. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at må-  
lingen til bestemmelse af det aktuelle isindhold i nedbøren udføres som en  
måling af faktisk isdannelse.

6. Fremgangsmåde ifølge krav 5, k e n d e t e g n e t ved, at målingen omfatter tilvejebringelse af et fladeelement, som har et forudbestemt overfladeareal, og som i løbet af et forudbestemt tidsrum bringes i relativ bevægelse i forhold til den atmosfæriske luft, hvorefter mængden af is, som er aflejret på fladeelementet i løbet af nævnte tidsrum, måles.

7. Fremgangsmåde ifølge krav 5, k e n d e t e g n e t ved, at fladeelementets temperatur bringes til i det væsentlige at svare til atmosfærens temperatur.

8. Fremgangsmåde ifølge krav 5, k e n d e t e g n e t ved, at fladeelementets temperatur bringes til at have en anden forudbestemt temperatur i løbet af nævnte tidsrum.

9. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene 6-8, k e n d e t e g n e t ved, at der efter måling af den afsatte mængde is kortvarigt tilvejebringes en relativ bevægelse mellem fladeelementet og atmosfæren ved en hastighed, som er væsentlig større end hastigheden forud for nævnte måling, hvorefter der udføres en yderligere måling af afsat is.

10. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene 6-9, k e n d e t e g n e t ved, at den relative hastighed mellem fladeelementet og atmosfæren styres ved at styre omdrejningshastigheden for et eller flere roterbare fladeelementer.

11. Fremgangsmåde ifølge krav 10, k e n d e t e g n e t ved, at isens vedhæftningsevne måles ved, at den afsatte ismængde måles efter et antal rotationer med indbyrdes forskellige hastigheder.

12. Fremgangsmåde ifølge krav 10, k e n d e t e g n e t ved, at luftmodstanden mellem atmosfæren og den is, der er afsat på fladeelementet, måles.

5 13. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene 6-12, k e n d e t e g n e t ved, at der påføres anti-icing væske med en forudbestemt koncentration og mængde på fladeelementet, før målingerne foretages.

10 14. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene 1-13, og hvor en overflade påføres en forudbestemt type og koncentration af anti-icing væske, k e n d e t e g n e t ved, at risikoen for afsætning af is på overfladen beregnes ud fra

- 15 – kendskabet til typen og koncentrationen af anti-icing væsken
- kendskab til resultatet af målingen til bestemmelse af forholdet mellem væskeformige og faste partikler i nedbøren, samt
- 20 – kendskab til resultatet af målingen til bestemmelse af det aktuelle isindhold i nedbøren.

15. Fremgangsmåde ifølge krav 14, k e n d e t e g n e t ved, at risikoen beregnes og fremvises som en holdover time.

25 16. Fremgangsmåde ifølge krav 14, og hvor der anvendes manuelle tabeller til vurdering af holdover time, hvor tabellerne er grupperet ifølge forskellige typer af nedbør, k e n d e t e g n e t ved, at kendskabet til det aktuelle isindhold og fordelingen af nedbøren mellem faste og væskeformige partikler benyttes til at definere typen af nedbør.



17. Fremgangsmåde ifølge krav 14, k e n d e t e g n e t ved, at koncentrationen og anti-icing væske bestemmes som funktion af holdover time og den målte risiko for afsætning af is.

5 18. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene 1-17, k e n d e -  
t e g n e t ved, at der til beregningerne anvendes et ekspertsystem,  
som er indrettet til at kunne afvikles på en computer, og som er indrettet til ud  
fra målinger at kunne estimere risikoen for afsætning af is og er indrettet til at  
10 modtage information om den faktiske afsatte ismængde samt til på basis af  
forskellen mellem den beregnede og faktiske ismængde at justere parametre  
i en beregningsmodel for beregning af den afsatte ismængde.

15 19. Fremgangsmåde ifølge krav 18, k e n d e t e g n e t ved, at  
computeren bringes i kommunikationsforbindelse med andre computere, som  
er anbragt på geografisk forskellige steder, og at ekspertsystemet er indrettet  
til at forudberegne kommende forandringer med hensyn til risikoen for afsæt-  
telse af is i afhængighed af indlæste meteorologiske parametre.

20 20. Apparat til udøvelse af fremgangsmåden ifølge krav 1, k e n d e -  
t e g n e t ved, at apparatet omfatter en kombination af

- optiske midler til måling af refleksionsevnen af nedbør, og
- mekaniske midler til bevægelse af et målefladeelement i forhold til luften  
25 og til måling af den mængde is som er afsat på fladeelementet i et givet  
tidsrum, samt
- elektroniske midler til kombination af nævnte målinger.

21. Apparat til beregning af hold over time for anti-icing væske, k e n d e t e g n e t ved , at det omfatter et datalager til lagring af information om empiriske værdier for hold over time som funktion af nedbørstype og styrken af anti-icing væsken.

5

22. Apparat ifølge krav 20 eller 21, k e n d e t e g n e t ved, at det omfatter en matematisk model for estimering af afsætning af is fra nedbør og at de elektroniske midler er indrettet til at sammenligne de estimerede værdier med faktisk målte værdier for ismængden og til at justerer på parametre i modellen for optimering af denne.

10

23. Anlæg til forudsigelse af risikoen for afsætning af is fra nedbør k e n d e t e g n e t ved , at det omfatter et antal apparater af den i krav 20 – 22 angivne art, som er anbragte på forskellige geografiske lokationer og som er indrettet til at modtage meteorologiske informationer om luftmassers bevægelse.

15

26 AUG. 2002

Modtaget

Lighting	Temperature Range		Visibility in Snow (Statute Miles)		
	°C	°F	Heavy <sup>2</sup>	Moderate <sup>2</sup>	Light <sup>2</sup>
Darkness	-1 and above	30 and above	<2	2 - 4	>4
	Below -1	Below 30	<1	1 - 2 1/2	>2 1/2
Daylight	-1 and above	30 and above	<1	1 - 2	>2
	Below -1	Below 30	<1/2	1/2 - 1 1/4	>1 1/4

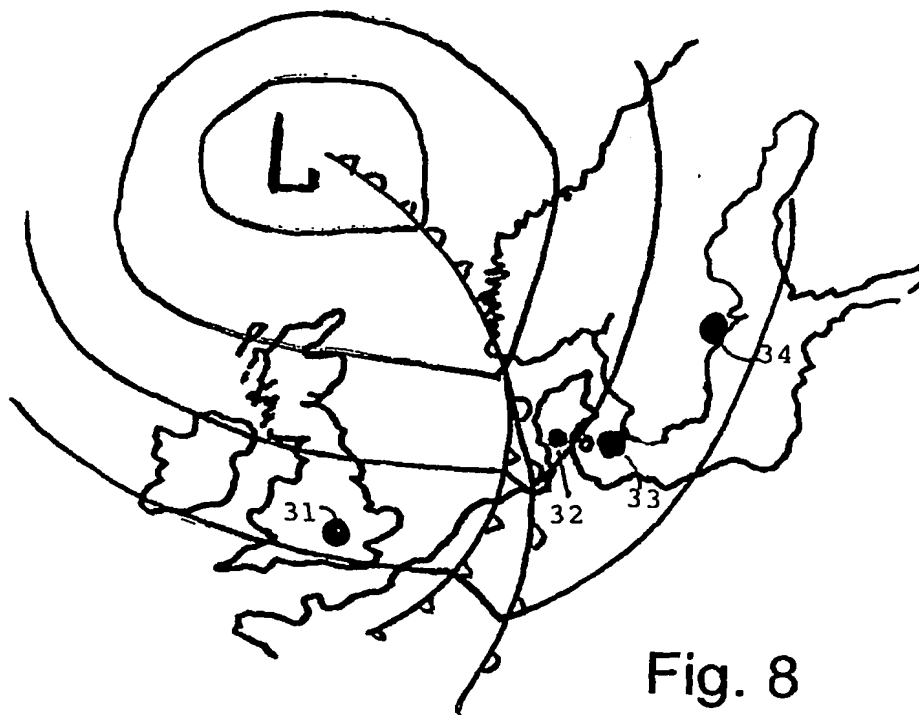
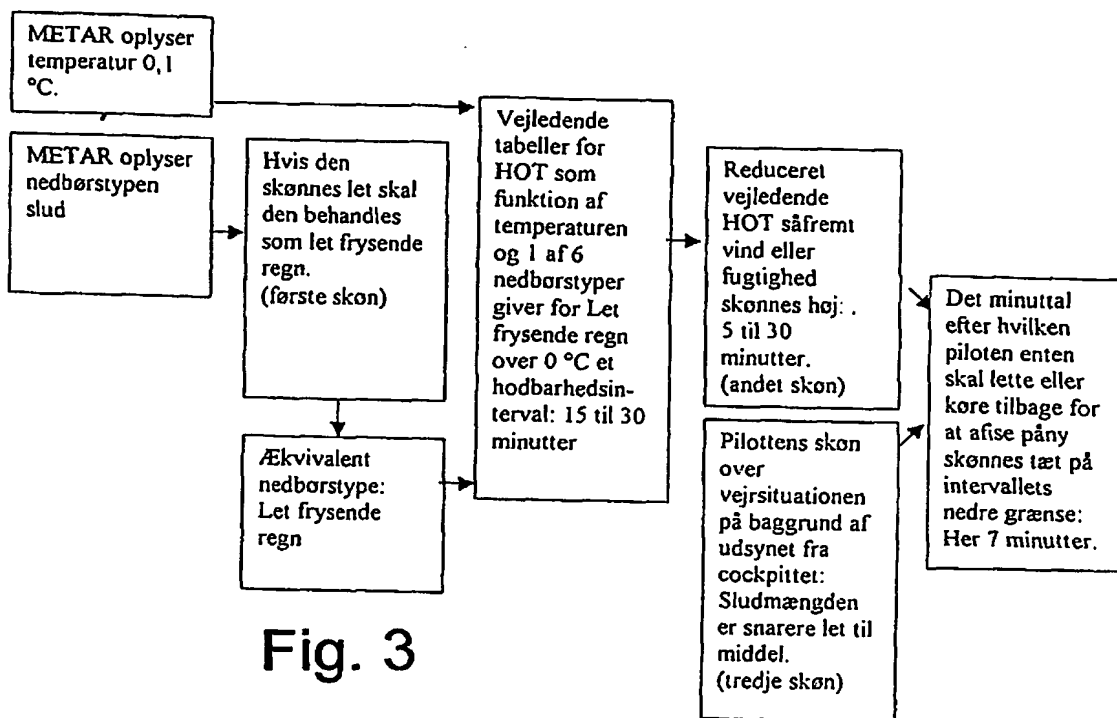
Fig. 1

OAT		ISO Type II Fluid Concentration Fluid/Water (Vol%/Vol %)	APPROXIMATE HOLDOVER TIMES ANTICIPATED UNDER VARIOUS WEATHER CONDITIONS (hours: minutes)					
°C	°F		*Frost	Freezing Fog	Snow (including snow grains)	**Freezing Drizzle	Light Freezing Rain	Rain on cold Soaked Wing
Above 0	Above 32	100/0	12:00	0:35-1:30	0:20-0:55	0:30-0:55	0:15-0:30	0:05-0:40
		75/25	6:00	0:25-1:00	0:15-0:40	0:20-0:45	0:10-0:25	0:05-0:25
		50/50	4:00	0:15-0:30	0:05-0:15	0:05-0:15	0:05-0:10	
0 to -3	32 to 27	100/0	8:00	0:35-1:30	0:20-0:45	0:30-0:55	0:15-0:30	
		75/25	5:00	0:25-1:00	0:15-0:30	0:20-0:45	0:10-0:25	
		50/50	3:00	0:15-0:30	0:05-0:15	0:05-0:15	0:05-0:10	
Below -3 to -14	Below 27 to 7	100/0	8:00	0:20-1:05	0:15-0:35	***0:15-0:45	***0:10-0:30	
		75/25	5:00	0:20-0:55	0:15-0:25	***0:15-0:30	***0:10-0:20	
Below -14 to -25	Below 7 to -13	100/0	8:00	0:15-0:20	0:15-0:30			
Below -25	Below -13	100/0	ISO Type II fluid may be used below -25°C (-13°F) Provided the freezing point of the fluid is at least 7°C (13°F) below the OAT and the aerodynamic acceptance criteria are met. Consider use of ISO Type I fluid when ISO Type II fluid cannot be used (see table 3)					

Fig. 2

26 AUG. 2002

Modtaget



26 AUG. 2002

Modtaget

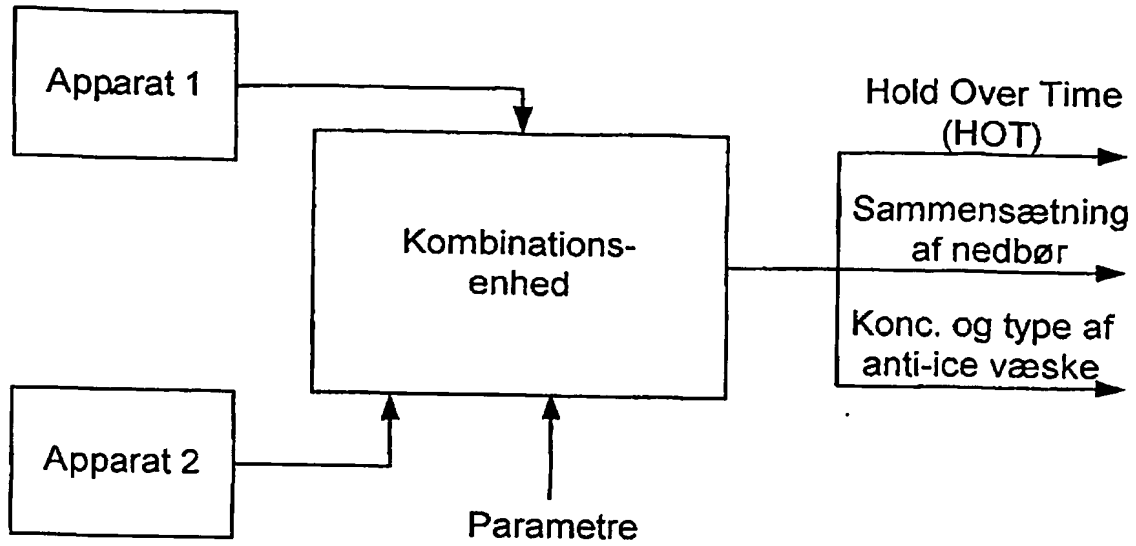


Fig. 4

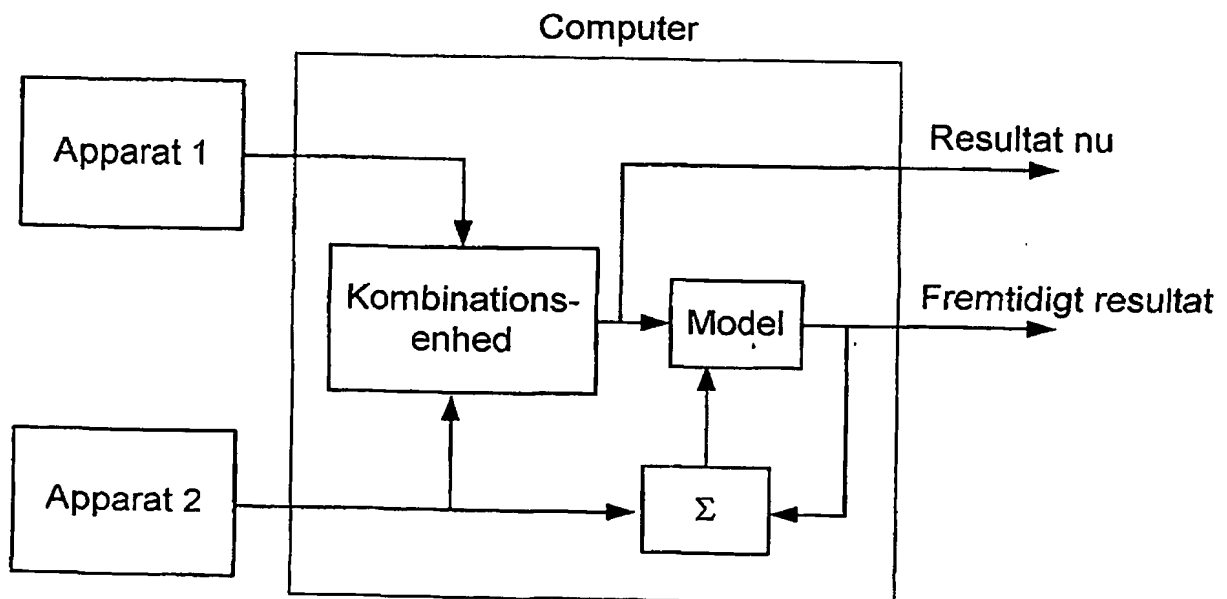


Fig. 6

26 AUG. 2002

Modtaget

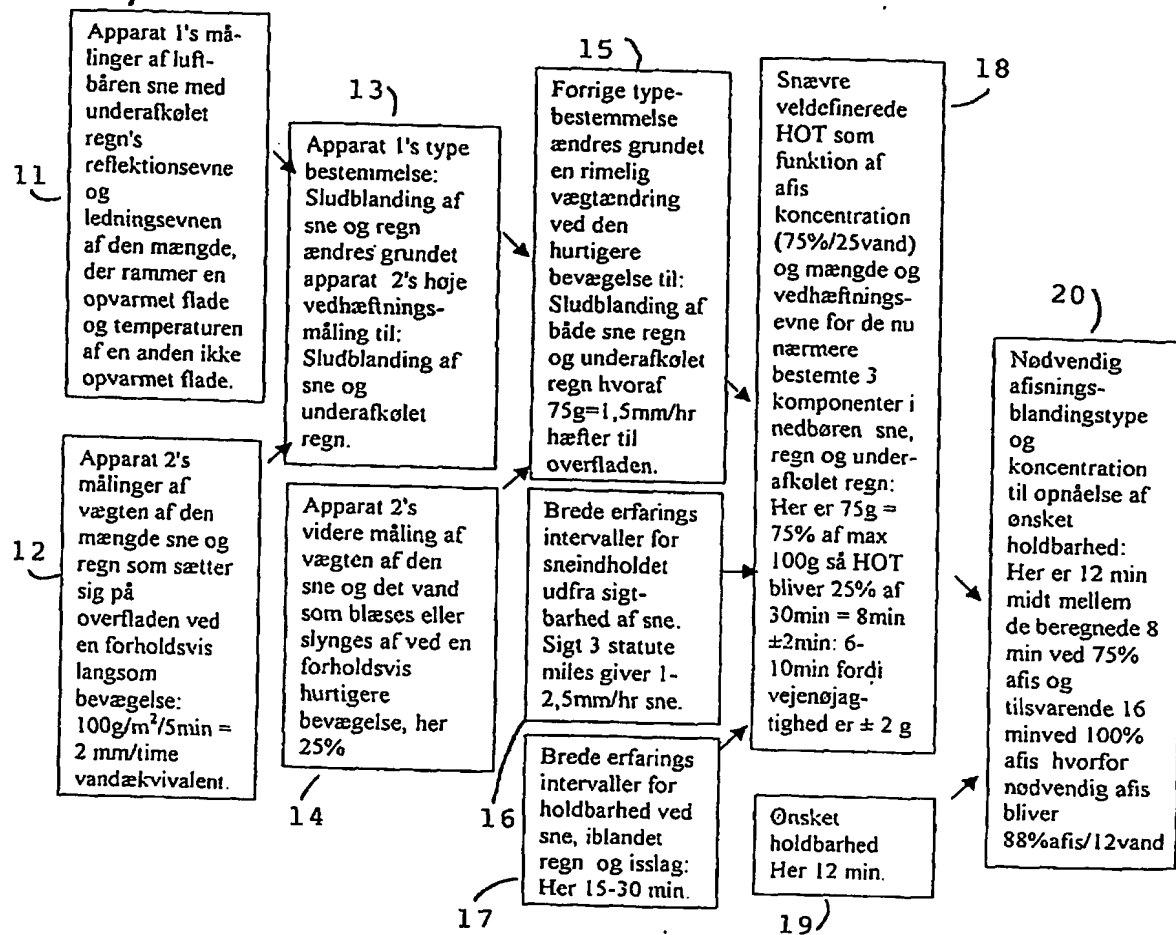


Fig. 5

26 AUG. 2002

Modtaget

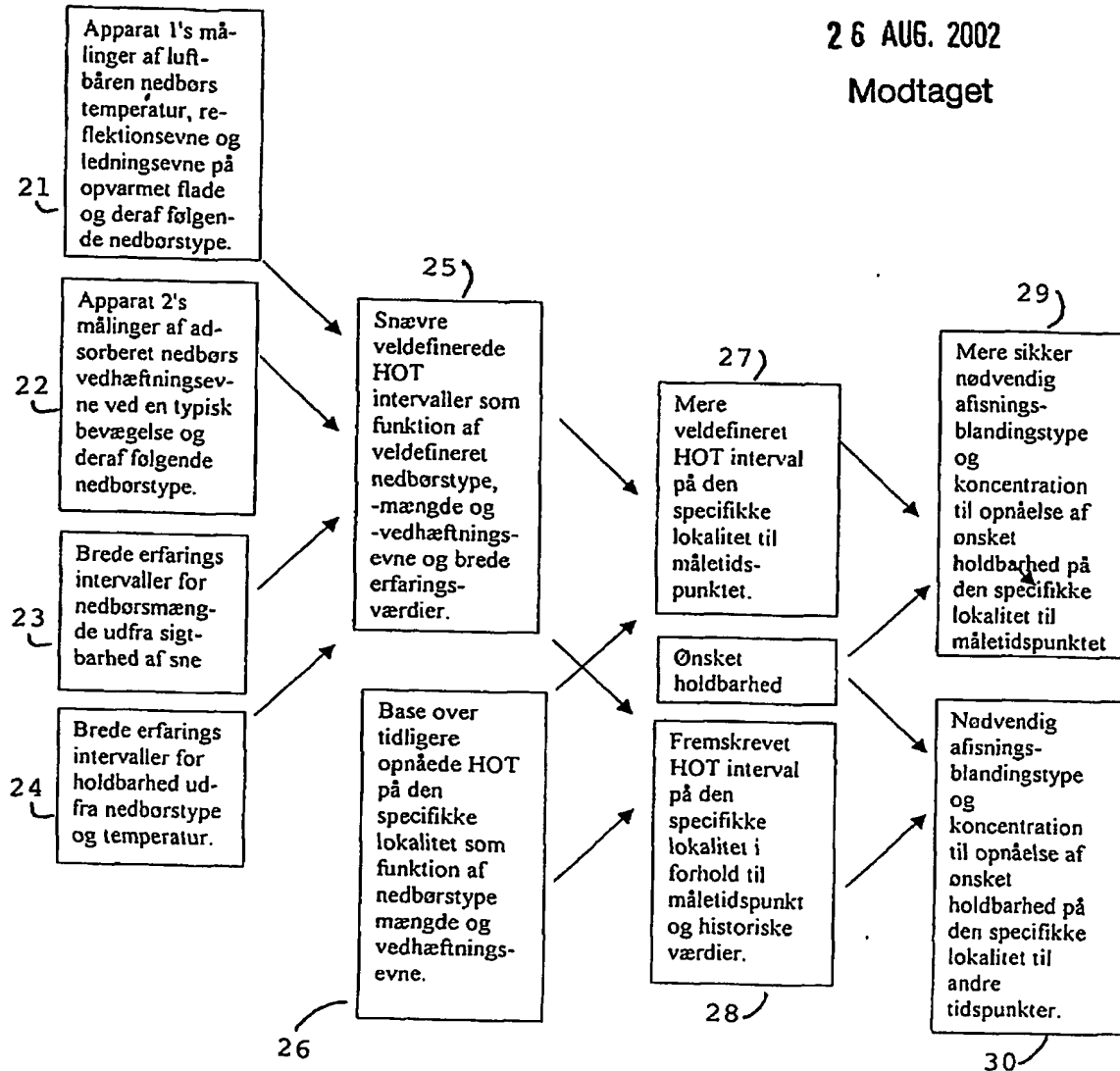


Fig. 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**